



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

KONSTRUKCE ROTAČNÍHO ULOŽENÍ POLOHOVACÍ SATELITNÍ ANTÉNY

MECHANICAL DESIGN THE ROTARY JOINT OF SATELLITE ANTENNA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vít Šreibr

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. David Paloušek, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav konstruování
Student: **Vít Šreibr**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **doc. Ing. David Paloušek, Ph.D.**
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Konstrukce rotačního uložení polohovací satelitní antény

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je konstrukční návrh rotačního uložení, umožňujícího horizontální natáčení satelitní antény. Předpokládá se montáž na osobní automobil.

Cíle bakalářské práce:

Bakalářská práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Přehled současného stavu poznání
3. Analýza problému a cíl práce
4. Konceptní řešení
5. Konstrukční řešení
6. Diskuze
7. Závěr
8. Seznam použitých zdrojů

Forma práce: průvodní zpráva, výkresy součástí, výkres sestavení, digitální data

Typ práce: konstrukční

Účel práce: výzkum a vývoj

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 - 20 stran textu bez obrázků).

Zásady pro vypracování práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2016.pdf

Šablona práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/UK_sablona_praci.zip

Seznam literatury:

Shigley, J., Mischke, Ch., Budynas, R. (2010): Konstruování strojních součástí. Vutium, Brno.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je vypracování konstrukčního návrhu rotačního uložení polohovací satelitní antény. Jedná se o dílčí řešení projektu zaměřeného na vývoj nového produktu pro komerční subjekt. Zařízení umožňuje horizontální a vertikální natáčení satelitu.

Stanovené cíle jsou v plném rozsahu splněny. Základní konstrukce je koncipována jako svarek. Ostatní části jsou k tělu připojeny pomocí rozebíratelných spojů. Volba klíčových prvků je podpořena výpočty a konstrukční návrh je zdokumentován v technických výkresech. Práce je vhodná pro čtenáře s mírně pokročilými technickými znalostmi.

KLÍČOVÁ SLOVA

satelit, mobilní, polohovací zařízení, anténa, rotační uložení

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is a mechanical design of the rotary joint of the satellite antenna. It is a partial solution of the project which is dealing with a development of new product for a commercial subject. The device enables horizontal and vertical movement of the satellite.

The established aims are solved in the whole range. The basic structure is conceived as a weldment. The other parts are connected with the body by demountable joints. The choice of key points is supported by calculations and the design is documented by technical drawings. This thesis is suitable for readers with an intermediate technical knowledge.

KEY WORDS

satellite, mobile, pointing device, antenna, rotary joint

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠREIBR, V. *Konstrukce rotačního uložení polohovací satelitní antény*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 41 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. David Paloušek, Ph.D..

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych tímto poděkoval doc. Ing. Davidu Palouškovi, Ph.D. za vedení mé práce a za příležitost podílet se na celém projektu, díky kterému jsem získal mnoho zkušeností. Také bych chtěl vyjádřit dík panu doc. Ing. Janu Brandejsovi, CSc. za cenné připomínky k práci.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně pod odborným dohledem a s využitím zdrojů informací a obrázků, které řádně cituji.

V Brně dne

.....
Vít Šreibr

OBSAH

OBSAH	9
1 ÚVOD	10
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	13
2.1 Azimut a elevace	14
2.2 Typy pohonů elevace	14
2.3 Typy pohonů rotace	15
2.4 Zhodnocení pohonů	16
2.5 Tělo otoče	16
2.6 Materiály	16
3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	17
3.1 Analýza problému	17
3.2 Cíl práce	17
4 KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	18
4.1 Pohon elevace	18
4.2 Zachycení momentu elevační převodovky	18
4.3 Volba ložisek	19
4.4 Umístění enkodéru rotace	20
5 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	21
5.1 Tělo otoče	22
5.2 Horizontální natáčení	23
5.2.1 Elektromotor a převodovka	23
5.2.2 Řemenový převod	23
5.2.3 Výpočet doby rotace	24
5.3 Elevace satelitu	24
5.3.1 Elektromotor a převodovka	25
5.3.2 Výpočet velikosti krouticího momentu na hřídeli elevace	25
5.3.3 Kontrolní výpočet pera	26
5.3.4 Pevnostní výpočet hřídele	27
5.3.5 Doba zdvihu paraboly	27
5.4 Elektronika	27
5.5 Hmotnosti součástí	28
6 DISKUZE	31
7 ZÁVĚR	32
8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	33
9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	35
10 SEZNAM OBRÁZKŮ	36
11 SEZNAM TABULEK	37
12 SEZNAM PŘÍLOH	38
12.1 Výběr stránek katalogů	38
12.2 Výkresová dokumentace	38
MOTOVARIO-NMRV063030	39
TRANSTECNO-EC70.12E	40
TRANSTECNO-EC70.12E	41

1 ÚVOD

Na trhu jsou dostupné různé druhy satelitních parabolických antén. Lze je rozdělit do dvou skupin a to na stacionární a mobilní. Zatím co u stacionárních zařízení může velikost paraboly dosahovat i několika desítek metrů, u mobilních nepřesahuje průměr dva metry. Většina satelitních zařízení je schopno rotace o 360° . U mobilních satelitů je důležitým pohybem také elevace¹ z klidové polohy, která je vhodná pro transport, do polohy pracovní.

Při návrhu satelitu je kladen důraz na tuhost celkové konstrukce. Jakákoliv výchylka z optimální pracovní polohy může znamenat přerušení či ztrátu signálu. S ohledem na tuto skutečnost musí konstrukce odolávat vysokým rychlostem větru a měla by být schopna sklopení do klidové polohy.

Tématem této bakalářské práce je navržení rotačního uložení satelitní antény, které zajistí dostatečně přesné polohování a bude schopno sklopení do parkovací pozice při rychlosti větru dosahující 90 km/h. Při velikosti paraboly, jejíž průměr, dle požadavků zadavatele projektu, je 1,2 m, způsobuje síla větru velké namáhání konstrukce.

Prostřednictvím mobilních systémů je možný přenos videa, hlasu či dat při krizových situacích. Tuto službu využívají zásahové složky, stavební společnosti a firmy provádějící měření v oblastech s obtížným přístupem [1].

Jelikož se jedná o prototyp, jehož částečná výroba a montáž bude prováděna v dílnách fakulty, je hlavním požadavkem na konstrukci nízká cena spojená s jednoduchostí výroby. Je tedy nezbytné vyhnout se při navrhování nákladným obráběcím operacím a použití drahých nakupovaných součástí a materiálů.

Dalším nepříznivým faktorem ovlivňujícím především životnost konstrukce je vlhkost. Je tedy důležité, aby šlo celé rotační uložení zakrytovat a součásti nepodléhaly korozi.

¹ Zdvížení, pohyb vzhůru

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

Existují různé typy antén. Předmětem této práce je mobilní parabolická satelitní anténa. Ta přijímá signál z družice, který se následně odráží od paraboly do LNB² ležícího v jejím ohnisku [2]. Konstrukční provedení satelitních antén se liší především podle způsobu a místa využití a podle velikosti paraboly. Polohovací systém mobilních satelitních zařízení bývá plně automatizován. Základní kinematiku tvoří elevace paraboly, z klidové do pracovní polohy, a rotace zařízení o 360°.



Obr. 2.1 Popis částí mobilní satelitní antény [3]



Obr. 2.2 Uložení na střeše automobilu [4]



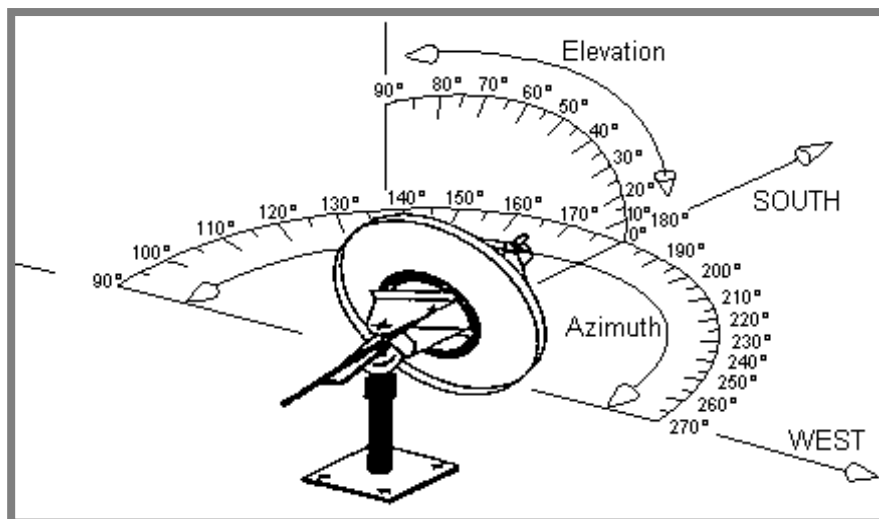
Obr. 2.3 Uložení formou přívěsu [5]

² Low-noise block converter – zařízení, které přijímaný signál zesiluje a snižuje jeho kmitočet [6]

2.1

2.1 Azimut a elevace

Pro správné nastavení polohy satelitu je zapotřebí znát polohu družice na orbitě a také zeměpisnou šířku a délku místa výskytu dané satelitní antény. Z těchto parametrů lze vypočítat azimutální a elevační úhel. Azimut udává horizontální natočení satelitu, kdy 180° odpovídá jižnímu směru. Elevace je vertikální úhel mezi povrchem země a normálou vztyčenou ve středu paraboly [7].



Obr. 2.4 Azimut a elevace [8]

2.2

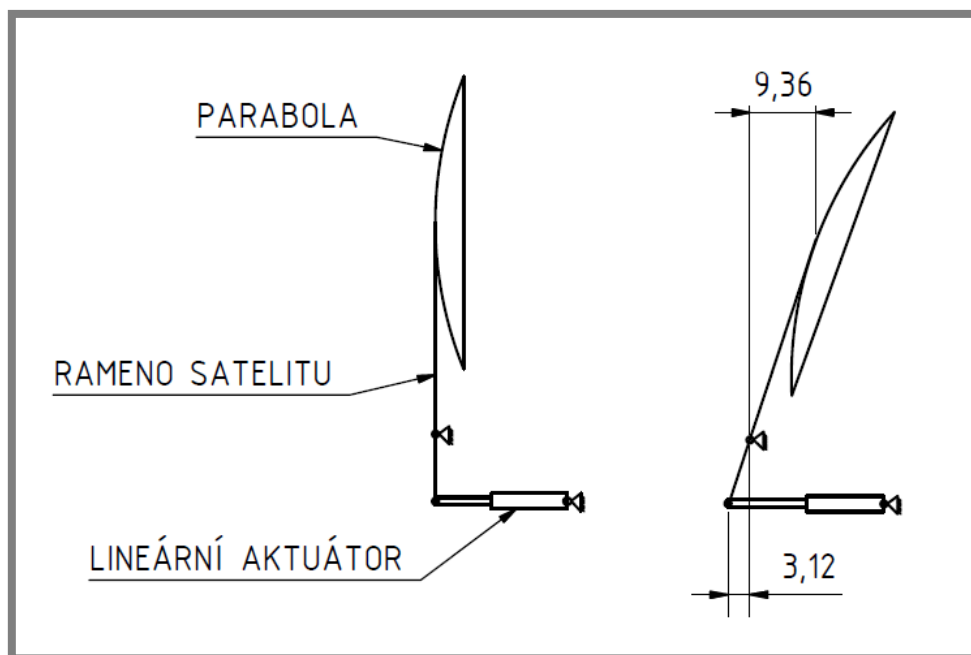
2.2 Typy pohonů elevace

Pro konstrukční řešení elevace satelitu lze použít dva typy pohonů a to převodový nebo lineární mechanismus. Musí být zajištěno přesné polohování s minimální výchylkou od cílové pracovní pozice. Pohon by měl být dostatečně rychlý a výkonný, aby bylo možné satelit kdykoliv sklopit do parkovací polohy při náhlé změně počasí, respektive při zhoršení povětrnostních podmínek.

Převodový mechanismus může mít různá provedení. V praxi se využívají jak šnekové převodové skříně, tak řemenové převody či jejich vzájemná kombinace. Všechna provedení jsou pak poháněna elektromotorem. Výhodou těchto řešení je možnost dosažení neomezeně velkého elevačního úhlu. Nevýhodou jsou velké rozměry daných provedení. Nutnost překonání nemalého krouticího momentu a regulace vysokých vstupních otáček motoru vyžaduje vysoký převodový poměr, na což se váže velikost použitých součástí.

Jako lineární pohony se používají mechanické lineární aktuátory³. Jejich aplikací lze získat další upevňovací bod a zvyšuje se tím tuhost celé konstrukce. Dalším kladem jsou menší rozměry. Při aplikaci lineárních pohonů pro zdvih satelitu se uplatňuje pákový mechanismus, důležitý pro dosažení velkých elevačních úhlů. Nevýhodou tohoto uspořádání je, že malá změna polohy lineárního členu způsobí velkou změnu na opačném konci páky, což znesnadňuje přesné polohování satelitu.

³ Zařízení převádějící rotační pohyb vyvolaný motorem na posuvný.



Obr. 2.5 Pákový mechanismus



Obr. 2.6 Šneková převodovka s elektromotorem [9]



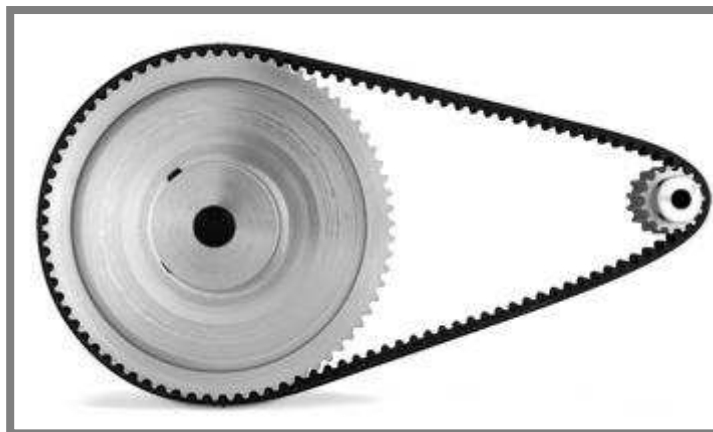
Obr. 2.7 Lineární aktuátor [10]

2.3 Typy pohonů rotace

2.3

Pro pohon rotace se využívají různé druhy mechanických převodů v kombinaci s elektromotorem. U mobilních satelitních antén nevznikají velké odporové síly v oblasti uložení rotace, a tudíž není potřeba překonávat vysoký krouticí moment. Není tedy nutné použití motorů s vysokým výkonem.

Nejčastěji je pohon rotace realizován řemenovým převodem, který zajišťuje dostatečnou přesnost a plynulý chod. Používají se ozubené řemeny, které zabraňují prokluzu a nevyžadují velké předpínací síly. Dalším možným řešením je užití převodu ozubenými koly, či šnekového převodu, u kterého však hrozí vznik tzv. mrtvého chodu spojeného s vůlemi mezi jednotlivými členy, což je nežádoucí. Všechna tato řešení umožňují rotaci o 360°.



Obr. 2.8 Řemenový převod [11]

2.4

2.4 Zhodnocení pohonů

Vzhledem k požadavkům na velkou přesnost polohování satelitu se jeví jako nejvhodnější pohon rotace pomocí synchronního řemene, který disponuje nízkým „mrtvým tahem“ způsobeným vůlí mezi členy mechanismu. Ze stejných důvodů odpadá možnost použití lineárního pohonu pro zdvih paraboly, který nezajišťuje dostatečně jemné nastavení elevačního úhlu.

2.5

2.5 Tělo otoče

Na trhu se nachází různé variace mobilních satelitních antén. Každá je specifická konstrukčním řešením rotačního uložení, které se odvíjí od použitých pohonů a velikosti zátěže spojené s velikostí paraboly a hmotnostmi použitých prvků. Jelikož se často jedná o prototypy či kusovou výrobu, používají se co nejlevnější výrobní postupy.

Těla otoče jsou většinou představována svařovanou či montovanou konstrukcí, ke které jsou následně přidělány ostatní členy nejčastěji šroubovými spoji. Ty umožňují případnou výměnu daných součástí. Jednotlivé části, ze kterých se tělo skládá, bývají vyřezány z plechu o tloušťce pohybující se kolem 1 cm.

Další variantou je použití odlitku, což je ovšem nákladná operace a pro kusovou výrobu se nevyplácí.

2.6

2.6 Materiály

Při navrhování konstrukce rotačního uložení je důležitá volba materiálů, u které je kladen důraz na voděodolnost. Důležitá je také nízká hmotnost a v určitých místech (uchycení senzorů) je nutné použití nemagnetických materiálů. Dalším případným kritériem je svařitelnost. Z těchto důvodů je nejčastěji používán hliník. Pro více namáhané součásti bývá nejvhodnější užití nerezové oceli, která je však podstatně dražší a těžší.

Dalšími používanými materiály jsou plasty. Jsou vhodné pro malé, nepříliš namáhané součástky, či pro zhotovení krytu otoče. Při výběru vhodného typu plastu je zapotřebí myslet na teplotní odolnost jednotlivých druhů.

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3

Výchozími parametry pro konstrukci rotačního uložení mobilní satelitní antény jsou schopnost rotace o 360° , dostatečná tuhost konstrukce, možnost sklopení paraboly do parkovací polohy při rychlosti větru 90 km/h a nízká výrobní cena. Návrh je realizován pro parabolu o průměru 1,2 metru s předpokládanou montáží na osobní automobil.

3.1 Analýza problému

3.1

Na trhu jsou dostupné různé typy mobilních satelitních zařízení, které se navzájem liší svou konstrukcí. Ta je navrhována tak, aby splňovala podmínky provozu v nepříznivých podmínkách, jako je například vysoká rychlost větru, či velká vlhkost. S velikostí paraboly roste i velikost namáhání komponent, volí se masivnější konstrukce či pevnější materiály. Na druhou stranu je třeba dbát na nosnost daného vozidla, ke kterému je satelit upevněn.

Rotační uložení by mělo umožňovat otočení o 360° . Tento požadavek lze konstrukčně snadno řešit několika způsoby takřka za stejných cenových podmínek. Oproti tomu hodnota úhlu elevace u jednotlivých typů značně kolísá. Odvíjí se od možností využití. V některých oblastech naší planety je nutno nastavit elevační úhel na hodnoty blízké 180° . Tento problém vyžaduje sofistikovaný způsob uložení zdvihu paraboly a jeho důsledkem může být snížení tuhosti konstrukce pro zachování dané cenové relace.

3.2 Cíl práce

3.2

Primárním úkolem této práce je konstrukční návrh rotačního uložení mobilní satelitní antény umožňujícího horizontální a vertikální natáčení. Dílčím cílem je splnění výše zmíněných parametrů.

Součástí práce bude vyhotovení 3D modelu otočného uložení, seznam součástí vytypovaných k nákupu a výkresy jak sestavy, tak jednotlivých podsestav a jejich částí.

4

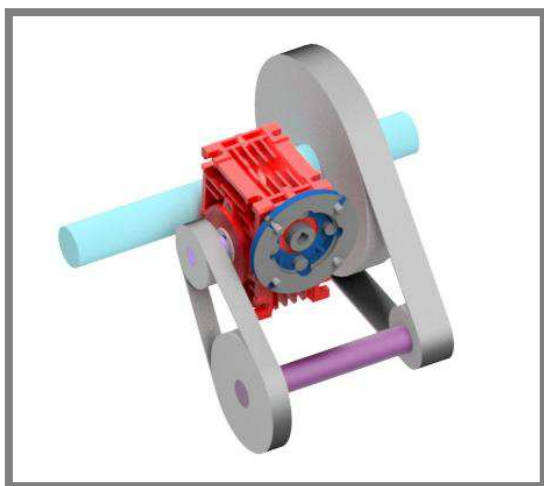
4 KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Pro návrh rotačního uložení satelitu je stěžejní volba pohonů elevace a rotace. Dalším klíčovým prvkem jsou ložiska elevační hřídele a uchycení enkodéru⁴ rotace.

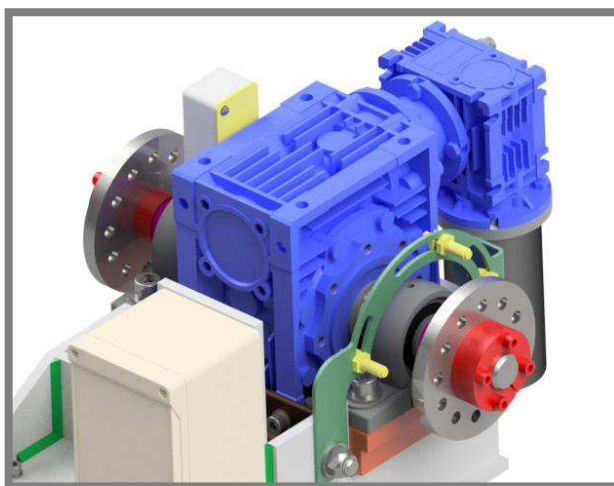
4.1

4.1 Pohon elevace

Lineární pohon elevace byl vyloučen již v rešeršní části. Pro konstrukci zdvihu paraboly se nabízí dvě možná řešení. Prvním z nich je systém řemenových převodů v kombinaci s elektromotorem a malou šnekovou převodovkou. Takový způsob umožňuje plynulý a přesný chod a nabízí širokou škálu převodových poměrů. Jeden ze způsobů možných provedení je na obr. 4.1. Jeho nevýhodou je vyšší cena. Proto byla zvolena varianta druhá a to pohon pomocí složené šnekové převodové skříně. Na rozdíl od předchozího typu není elevační hřídel tolik torzně namáhána (krouticí moment převodovky působí uprostřed osy elevace). Jedná se o levnější a jednodušší řešení.



Obr. 4.1 Zjednodušený řemenový převod



Obr. 4.2 Složená převodová skříň

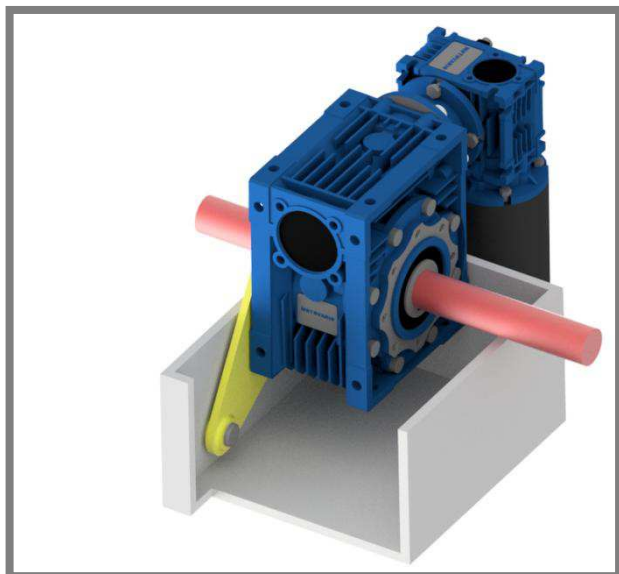
4.2

4.2 Zachycení momentu elevační převodovky

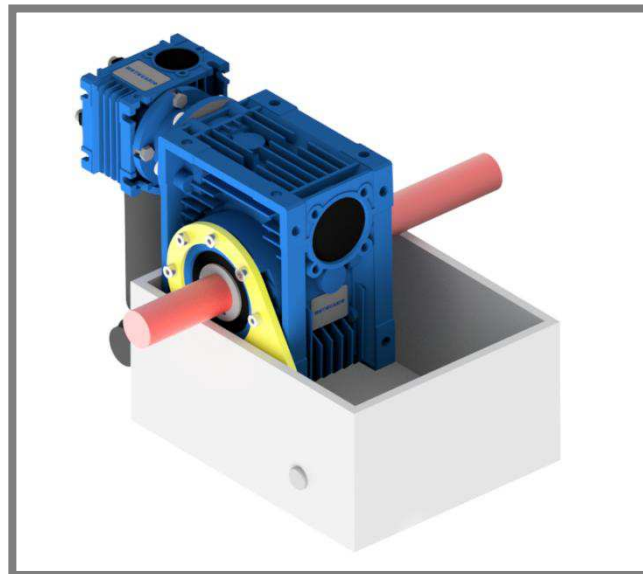
Prvním návrhem pro zachycení reakčního točivého momentu elevace je pomocí ramene reakce, které lze k dané převodové skřině zakoupit. Návrh uchycení je na obr. 4.11 a 4.12. Řešení je levné a efektivní. Toto řešení však vyžaduje, aby byla převodovka blízko k jedné ze stěn, což je pro aplikaci dalších součástí, jako jsou ložiska hřídele a úchyt inklinometru, nežádoucí.

Druhým řešením je přímé uchycení převodovky ke stěně otoče pomocí šroubů. To by umožnilo snížení celého rotačního uložení a jednoduchost montáže. Z pevnostního hlediska však toto řešení není dostatečné a muselo být pojištěno způsobem zakresleným v obr. 4.5, tedy pomocí součásti vyrobené z L profilu s navařenými bočnicemi. Tento způsob je levný a zajišťuje spolehlivost konstrukce.

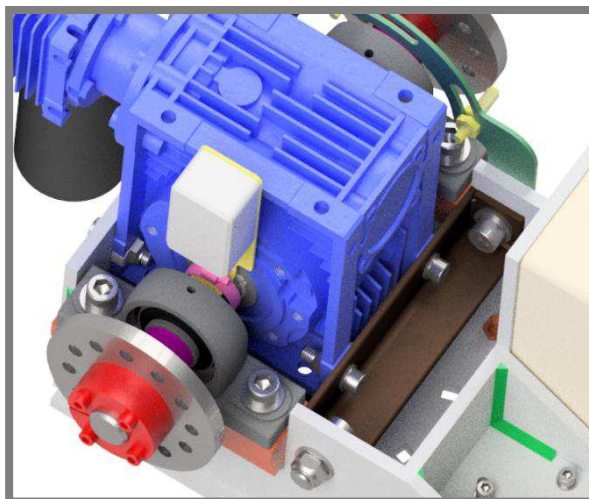
⁴ Zařízení převádějící rotační pohyb na signál. Slouží k přesnému nastavení polohy motoru. [12]



Obr. 4.3 Zachycení momentu reakčním ramenem 1



Obr. 4.4 Zachycení momentu reakčním ramenem 2



Obr. 4.5 Zachycení momentu L profilem (hnědá barva)

4.3 Volba ložisek

Pro uložení hřídele elevace byly vybrány dva typy ložiskových těles. Prvním z nich je igubal KSTM-25. Jedná se o kloubové ložisko s možností osového vychýlení, čímž je možná kompenzace výrobních nepřesností. Je korozi-vzdorné a odolá jak vysokým, tak nízkým teplotám. Jeho nevýhodou je vysoká cena.

Druhým typem je UCP205, domek s kuličkovým ložiskem. Ten umožňuje obdobně jako předchozí model výkyvné uložení hřídele. K aretaci hřídele jsou použity dva šroubky. Tělo domku je litinové a cena kompletu je oproti předešlému výrobku poloviční.

4.3



Obr. 4.6 Ložiskové těleso igubal [13]



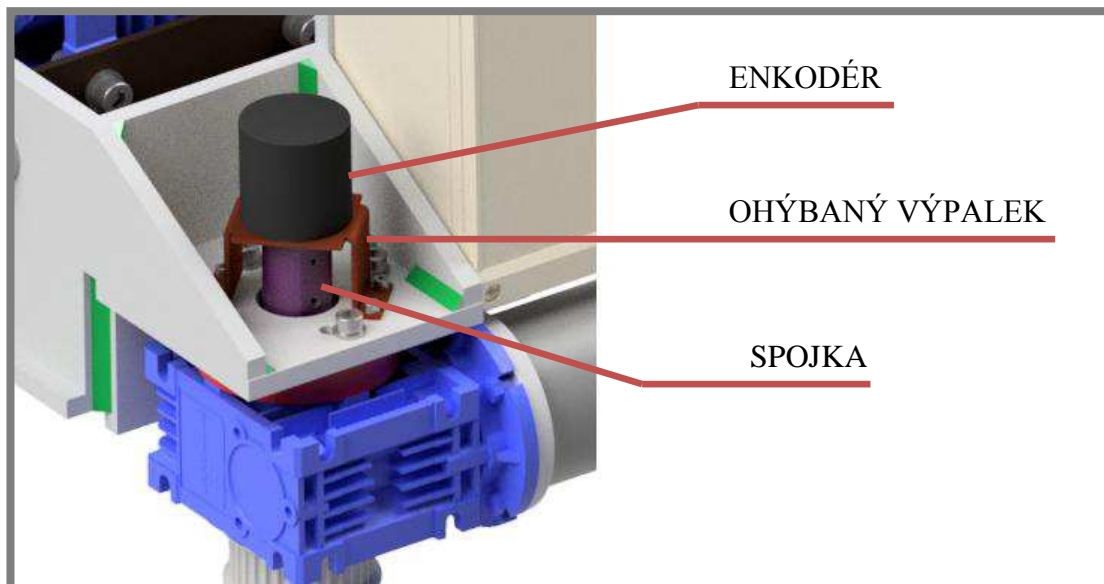
Obr. 4.7 Ložiskové těleso UCP [14]

4.4

4.4 Umístění enkodéru rotace

První variantou je umístění enkodéru na výstupní hřídel převodovky rotace. Jedná se o oboustrannou výstupní hřídel, kterou lze objednat spolu s daným typem převodové skříně. Točivý moment je přenášen pomocí spojky a dvou stavěcích šroubů. Pro upevnění enkodéru slouží ohýbaný výpalek z plechu.

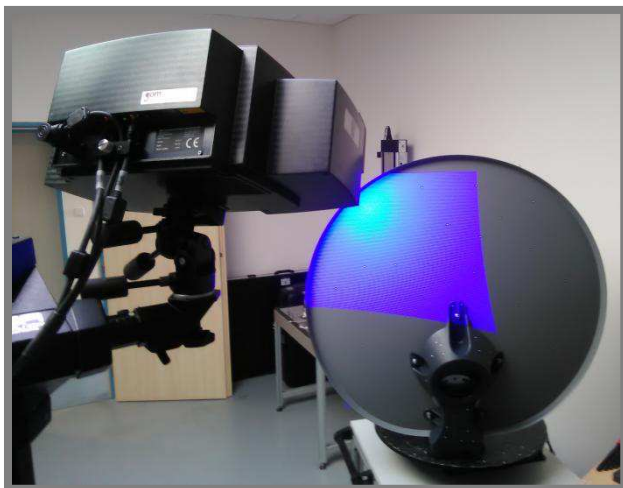
Druhá možnost je použití motoru se zabudovaným enkodérem. Oproti předchozí možnosti je cenově výhodnější, odpadá výroba spojky a výpalku. Jedinou nevýhodou je větší velikost motoru a na ni navazující zvětšení krytu, které však není příliš razantní a cenu jeho výroby to výrazně neovlivní.



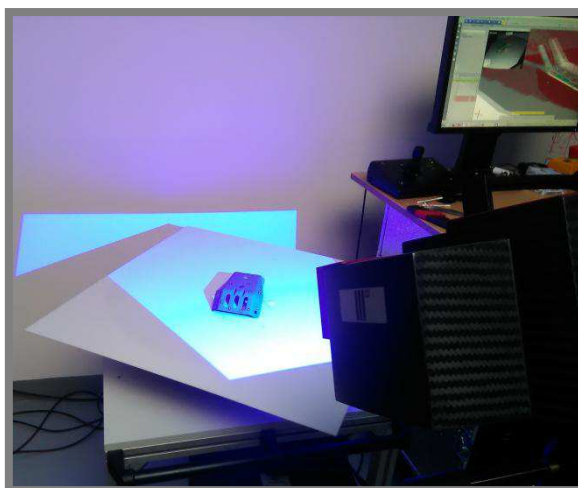
Obr. 4.8 Uchycení enkodéru

5 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

V prvotním stádiu konstrukční práce nám zadavatel poskytl parabolu a různé vysílací jednotky, na které mělo být celé zařízení navrženo, plus některé součásti, jako např. držáky vysílače a paraboly, které mohly být taktéž použity, popř. upraveny. Ty byly následně pomocí 3D skeneru v NETME Centre naskenovány a převedeny na virtuální modely. Z jejich rozměrů vychází celé konstrukční řešení.

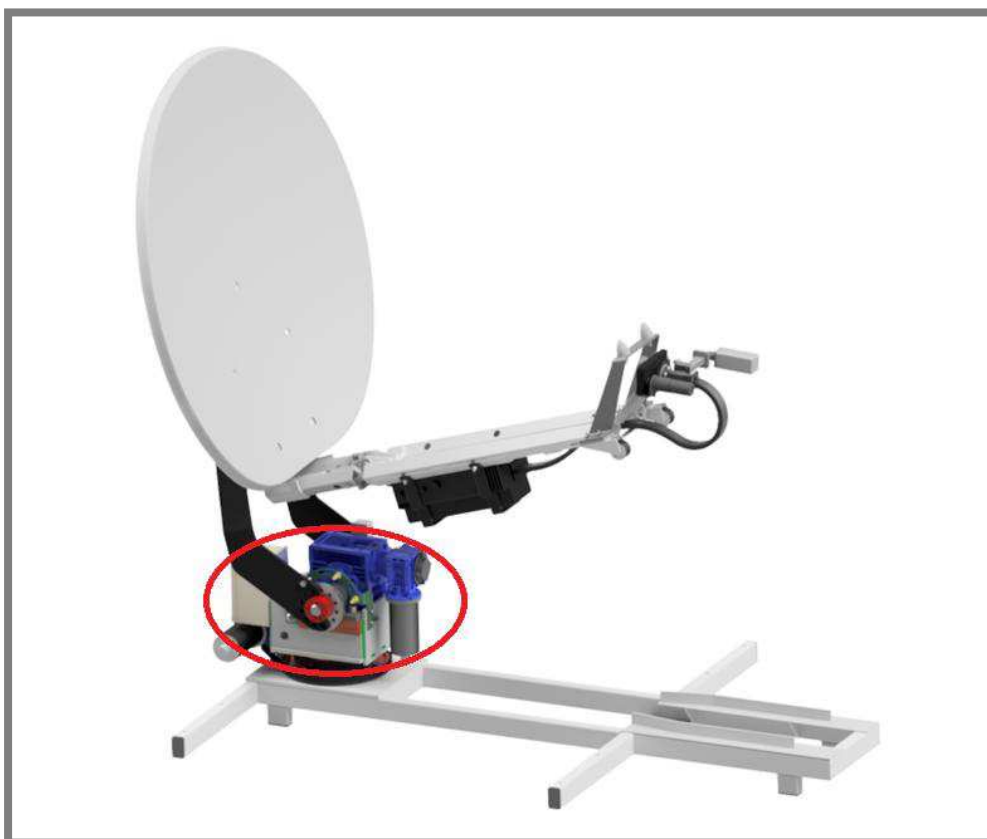


Obr. 5.1 Skenování paraboly



Obr. 5.2 Skenování držáku vysílače

Následující obrázek značí část satelitu, která je předmětem této práce.



Obr. 5.3 Sestava satelitu

Návrh rotačního uložení polohovací satelitní antény lze rozdělit do čtyř následujících částí:

- tělo otoče
- horizontální natáčení
- elevace satelitu
- elektronika

Tyto části jsou navzájem smontovány rozebiratelnými spoji pro případnou výměnu poškozené komponenty.

5.1

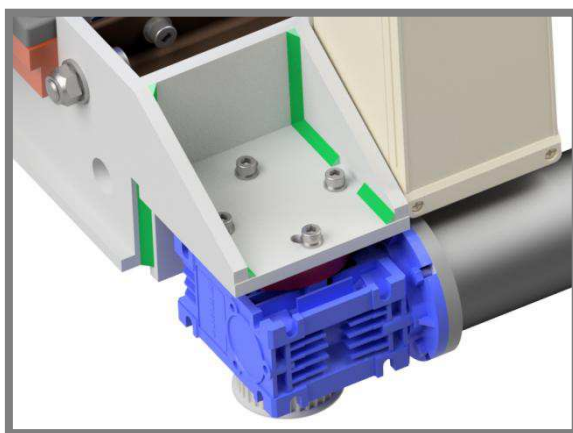
5.1 Tělo otoče

Jedná se o centrální část celého uložení, která je nosnou konstrukcí pro jednotlivé díly. Jsou na ni kladeny požadavky na pevnost a voděodolnost. Zároveň musí být lehká a její výroba levná. Z těchto důvodů má podobu svařované konstrukce. Tloušťka hliníkového plechu, ze kterého jsou jednotlivé části svařence vyhotoveny, je 8 mm. Do této tloušťky lze hliník bez obtíží dělit pomocí laseru. Jedná se o materiál s označením EN AW 6063 ve stavu T66, který disponuje dobrou svařitelností.

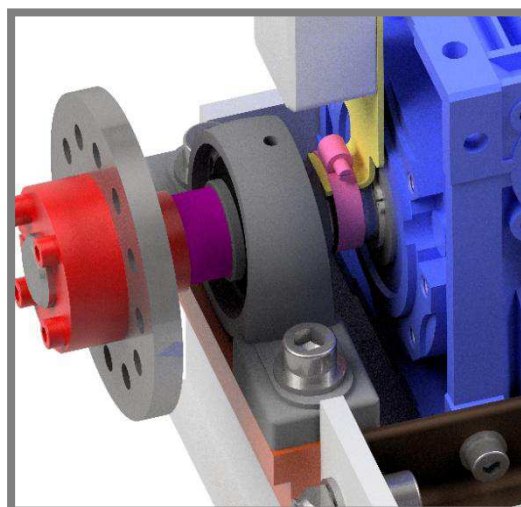
Jednotlivé stěny v sobě mají otvory, do kterých zapadnou výstupky na stěnách přiléhajících. Ty snižují možnost zkřivení konstrukce při svařování a vymezují přesnou polohu součástí.

Ke spodní stěně je dále pomocí deseti vratových šroubů M8 připevněna příruba duté hřídele procházející statickou částí polohovacího zařízení. V otvoru uprostřed spodní stěny a příruby je vloženo plastové kluzné pouzdro zabráňující oděru svazku kabelů, které jím vedou. Dále spodní strana obsahuje dva otvory pro případný odvod vody z těla otoče. Otvory jsou také v postranních stěnách pro možnost vedení kabelů.

Na jedné z bočních stěn je přivařena platforma, ke které je přišroubována převodová skříň rotace. Uložení (obr. 5.4) umožňuje při montáži natočení převodovky tak, aby bylo možné navléci a následně napnout ozubený řemen na požadovanou hodnotu předpětí. Na dvou protilehlých stěnách jsou umístěna ložiska elevace. Pro jejich zajištění jsou použity šrouby M12.



Obr. 5.4 Uložení převodovky rotace



Obr. 5.5 Uložení ložisek elevace

5.2 Horizontální natačení

5.2

Rotace satelitu je realizována pomocí šnekové převodovky poháněné stejnosměrným motorem. Na výstupní hřídeli převodovky je upevněna menší řemenice, která prostřednictvím řemenu přenáší točivý moment na řemenici velkou. Ta je upevněna k základnímu rámu.

5.2.1 Elektromotor a převodovka

5.2.1

Pro pohon převodovky byl zvolen stejnosměrný elektromotor firmy Transtecno s.r.l. typ *EC070.12E*. Jeho parametry jsou uvedeny v tab. 1 podle katalogu v příloze.

Tab. 1 Parametry elektromotoru

EC070.12E	
Napětí	12V
Výkon	0.1 kW
Otáčky	3000 min ⁻¹
Krytí	IP20 ⁵
Průměr hřídele	9 mm

Vzhledem k rozměrům motoru byla vybrána šneková převodová skříň *MOTOVARIO NMRV030* s převodovým poměrem $i_r = 80$. Převodovka je opatřena prodlouženou vstupní hřídelí pro možnost případného manuálního ovládání bez funkčního motoru. Součástí návrhu je výstupní hřídel, která lze k dané převodovce přiojednat. Na ni je pak uchycena malá řemenice.

5.2.2 Řemenový převod

5.2.2

S ohledem na plynulý a přesný chod byl zvolen synchronní řemenový pohon s profilem HTD, který brání prokluzu a vyznačuje se malým předpětím a tedy malým zatížením výstupní hřídele převodovky [16].

Velká řemenice je statická, upevněná k základnímu rámu satelitu, a byla vybrána pro svůj relativně malý rozměr v porovnání s jinými typy. Jedná se o řemenici s počtem zubů $z_2 = 150$ a profilem HTD 5M.

Malá řemenice má stejný profil jako velká a počet zubů $z_1 = 34$. K hřídeli je uchycena pomocí svěrného pouzdra TAPER-LOCK, které zajišťuje jak axiální polohu řemenice, tak přenos krouticího momentu pomocí těsného pera, které je součástí dodávané hřídele. Pro konstrukci pohonu otoče by byla vhodnější řemenice s menším počtem zubů, avšak ty se sériově vyrábí pouze s předvrtaným otvorem o průměru 6 mm. Taková řemenice by vyžadovala vyvrtat větší otvor s drážkou pro pero, což je v případě konstrukce prototypu nákladná operace.

Obě řemenice spojuje řemen CONTITECH HTD 5M-860-15. Materiálem je neopren. Pro výběr přesného typu a zjištění osové vzdálenosti řemenic byl použit software *ContiTech Suite 7.4* [17].

⁵ Ochrana jak proti vniknutí pevných cizích těles do průměru 12,5 mm a větších a před dotykem prstem (dle ČSN EN 60529) [15]

5.2.3

5.2.3 Výpočet doby rotace

Doba rotace je důležitý faktor ovlivňující dobu vyhledání pracovní pozice. Měla by být tedy co nejkratší. Na druhou stranu by obvodová rychlost otoče neměla být příliš vysoká a způsobovat tak vysoký moment hybnosti. Při jeho „brzdění“ by docházelo k přílišnému namáhání některých součástí. Použijeme vzorec pro výpočet otáček [16].

$$n_{r2} = \frac{n_{r1}}{i_r} = \frac{3000 \text{ min}^{-1}}{80} = 37,5 \text{ min}^{-1} \quad (5.2-1)$$

$$i_{r2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{150}{34} = 4,41 \quad (5.2-2)$$

$$n_{r3} = \frac{n_{r2}}{i_{r2}} = \frac{37,5 \text{ min}^{-1}}{4,41} = 8,5 \text{ min}^{-1} \quad (5.2-3)$$

Dle výpočtu vychází doba jedné otáčky na 7 s. Jedná se o příliš malou hodnotu. Její navýšení lze řešit několika způsoby. Jedním z nich je zvýšení převodového poměru převodovky, tedy volbou jiného typu. Zároveň by musel být zvolen jiný, větší typ motoru, jehož hřídel odpovídá rozměrům vstupní duté hřídele převodové skříně. To by vedlo ke zvýšení nákladů, celkových rozměrů a hmotnosti.

Volba jiných typů či profilů řemenic by taktéž vedla k nárůstu rozměrů a ceny. Nejvhodnějším řešením je změna nastavení motoru. Daný stejnosměrný motor umožňuje proudovou regulaci otáček, respektive jejich snížení. S tím sice klesá i výkon motoru, ten ovšem není potřeba tak vysoký vzhledem k nízkým odporovým silám, které pohon rotace překonává. Nejvhodnější se jeví vstupní otáčky $n_{r1} = 1000 \text{ min}^{-1}$.

$$n_{r2} = \frac{n_{r1}}{i_r} = \frac{1000 \text{ min}^{-1}}{80} = 12,5 \text{ min}^{-1} \quad (5.2-4)$$

$$n_{r3} = \frac{n_{r2}}{i_{r2}} = \frac{12,5 \text{ min}^{-1}}{4,41} = 2,8 \text{ min}^{-1} \quad (5.2-5)$$

To odpovídá době rotace o 360° za 21,2 s, což je vyhovující hodnota.

5.3

5.3 Elevace satelitu

Zdvih paraboly je realizován stejnosměrným elektromotorem v kombinaci s dvojitou šnekovou převodovkou. Ta pohání výstupní hřídel, která je uložena ve dvou ložiskových tělesech. Jedná se o typ UCP205, který byl vybrán pro jeho nízkou cenu. Na konci hřídele jsou svěrná pouzdra RCK 80, na kterých jsou uchyceny příruby sloužící pro připojení ramen satelitu.

5.3.1 Elektromotor a převodovka

5.3.1

Pro pohon elevace byl zvolen stejný typ motoru jako pro rotaci. Na něj navazuje dvojité šneková převodová skříň *MOTOVARIO NMRV030/063* s převodovým poměrem $i = 1500$. Převodovka je opatřena prodlouženou vstupní hřídelí pro možnost případného manuálního ovládání bez funkčního motoru. Její maximální výstupní točivý moment je dle katalogu, viz příloha, 315 Nm při zapojení s motorem o výkonu 90 W . Je tedy nutné provést kontrolní výpočty a ověřit správnou volbu převodovky.

5.3.2 Výpočet velikosti krouticího momentu na hřídeli elevace

5.3.2

Pro posouzení pevnosti hřídele a ověření dimenzace pohonu a převodové skříně je nutné znát maximální velikost krouticího momentu, jenž vzniká jak při působení větru na parabolu tak při zvedání paraboly z parkovací polohy do polohy pracovní.

Pro výpočet zatížení způsobeného větrem je parabola brána jako rovinný objekt a lze při něm uplatnit vzorec pro výpočet základního dynamického tlaku [18]. Z něj lze poté získat velikost síly větru a následně točivý moment.

$$p_v = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \text{ kgm}^{-3} \cdot (25 \text{ ms}^{-1})^2 = 375 \text{ Pa} \quad (5.3-1)$$

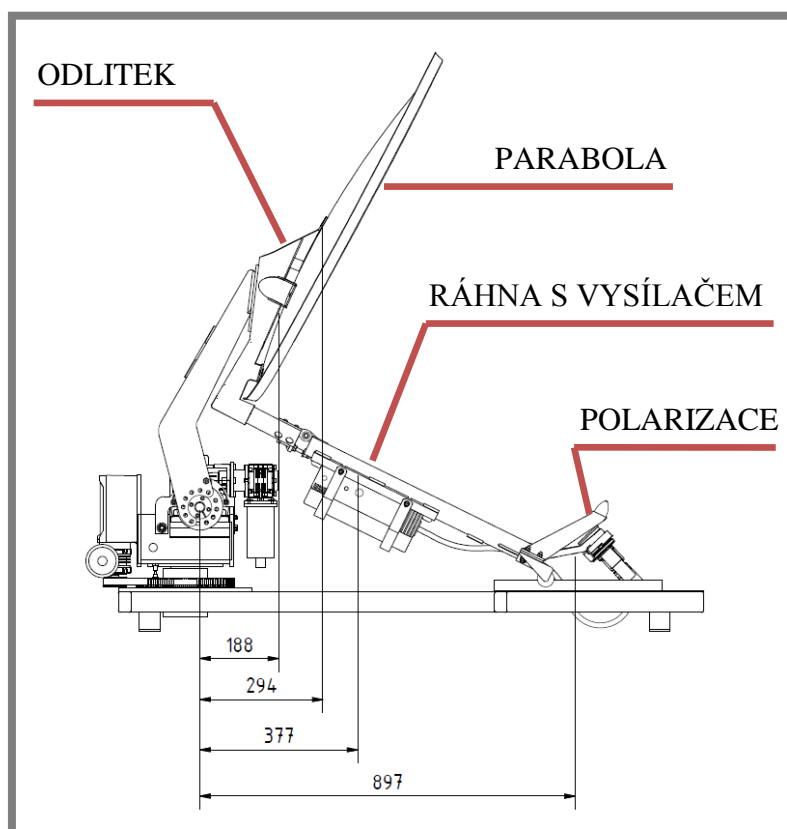
$$F_v = p_v \cdot S = p_v \cdot \pi \cdot \frac{D_p^2}{4} = 375 \text{ Pa} \cdot \pi \cdot \frac{(1,2 \text{ mm})^2}{4} = 424,1 \text{ N} \quad (5.3-2)$$

$$M_{kv} = x \cdot F_v = 0,683 \text{ m} \cdot 424,1 \text{ N} = 289,7 \text{ Nm} \quad (5.3-3)$$

Hmotnosti zdviháných komponent jsou vypsány v následující tabulce. Dále jsou na obr. 5.22 zakótovány jejich vzdálenosti od osy zdvihu v momentu, kdy podpěrná kolečka ráhen ztratí kontakt se základnou. Následuje výpočet krouticího momentu způsobeného tíhou těles účastnících se zdvihu.

Tab. 2 Hmotnosti komponent

i	Komponenta	m_i [kg]
1	Odlitek	2
2	Parabola	7,3
3	Ráhna s vysílačem	5,2
4	Polarizace	2,7



Obr. 5.6 Vzdálenost komponent od osy otáčení

$$M_k = g \cdot (m_1 \cdot l_1 + m_2 \cdot l_2 + m_3 \cdot l_3 + m_4 \cdot l_4) \quad (5.3-4)$$

$$M_k = 9,8 \, \text{ms}^{-2} \cdot (2 \, \text{kg} \cdot 0,188 \, \text{m} + 7,3 \, \text{kg} \cdot 0,294 \, \text{m} + 5,2 \, \text{kg} \cdot 0,377 \, \text{m} + 2,7 \, \text{kg} \cdot 0,897 \, \text{m}) = 67,7 \, \text{Nm}$$

Hodnota točivého momentu způsobeného silou větru je zhruba pětkrát vyšší než výsledek z předešlého vztahu. Proto je považována za maximální a vztahují se k ní následující výpočty. Zároveň je o 25 Nm nižší než maximální dovolený moment na výstupní hřídeli převodovky. Její volba je tedy správná.

5.3.3

5.3.3 Kontrolní výpočet pera

Nejvhodnějším řešením pro přenos krouticího momentu mezi hřídelí a elevační převodovkou, které umožňují rozměry duté hřídele převodovky, je použití dvou těsných per 8e7x7x45. Na základě kontroly na otláčení je pak vypočítána velikost maximálního točivého momentu pro drážku v náboji [16].

$$p_D = 0,8 \cdot p_0 = 0,8 \cdot 150 \, \text{MPa} = 120 \, \text{MPa} \quad (5.3-4)$$

$$F \leq 2 \cdot p_D \cdot t_1 \cdot l_d = 2 \cdot 120 \, \text{MPa} \cdot 2,9 \, \text{mm} \cdot 36 \, \text{mm} = 25 \, 056 \, \text{N} \quad (5.3-5)$$

$$M_n = \frac{F \cdot d}{2} = \frac{25\,056\, N \cdot 0,028\, m}{2} = 350,8\, Nm \quad (5.3-6)$$

Výsledná hodnota je vyšší než velikost maximálního krouticího momentu. Nedojde tedy k poškození zvolených per ani drážek.

5.3.4 Pevnostní výpočet hřídele

5.3.4

Osa elevace je namáhána na krut. Kritickým místem jsou drážky pro pojistné kroužky. Je tedy vhodné v daném místě spočítat bezpečnost vůči mezi kluzu. Hřídel je vyrobena z nerezové oceli ČSN 17240 s hodnotou meze kluzu $R_e = 210\, MPa$. Pro danou drážku je součinitel tvaru $\alpha_\tau = 1,8$ [16].

$$\tau_{kn} = \frac{16 \cdot M_{kv}}{\pi \cdot D^3} = \frac{16 \cdot 289,7\, Nm}{\pi \cdot (0,028\, m)^3} = 67,2\, MPa \quad (5.3-7)$$

$$\tau_k = \tau_{kn} \cdot \alpha_\tau = 67,2\, MPa \cdot 1,8 = 121\, MPa \quad (5.3-8)$$

$$k = \frac{R_e}{\tau_k} = \frac{210\, MPa}{121\, MPa} = 1,74 \quad (5.3-9)$$

Hodnota bezpečnosti vůči mezi kluzu je dostačující. Nedojde ke vzniku plastické deformace.

5.3.5 Doba zdvihu paraboly

5.3.5

V neposlední řadě je nutné zjistit dobu zdvihu paraboly do pracovní polohy. Ta se samozřejmě odvíjí od velikosti elevačního úhlu. Při výpočtu uvažujeme úhel mezi parkovací a vysílací polohou 90° .

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{3000\, min^{-1}}{1500} = 2\, min^{-1} \quad (5.3-10)$$

Z výsledku plyne, že doba zdvihu satelitu do pracovní polohy je 7,5 s.

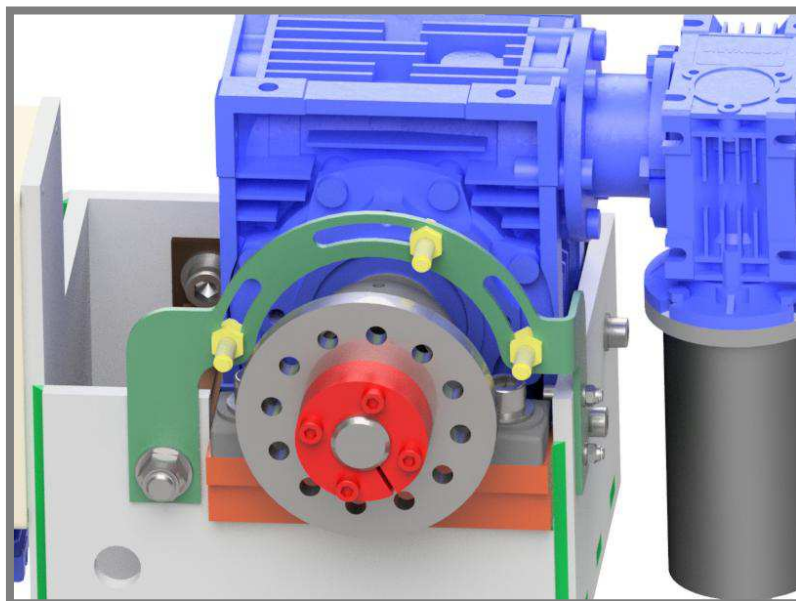
5.4 Elektronika

5.4

Návrh polohovacího zařízení zahrnuje také různé elektronické prvky, které byly vytipovány zadavatelem projektu, a jejich uložení, jemuž je konstrukce uzpůsobena. V rámci rotačního uložení se jedná o řídicí jednotku, senzory elevace a rotace, inklinometr a enkodéry.

Řídicí jednotka je umístěna v krabici z ABS plastu, která je připevněna čtyřmi šrouby ke stěně otoče hned vedle pohonu rotace. Sbíhají se do ní vodiče z veškeré elektroniky kromě LNB a vysílače, od kterých jsou kabely vedeny podél celé konstrukce na dva konektory umístěné na základně. Z řídicí jednotky poté vychází jeden kabel taktéž připojený na konektor na základně.

Vybrané senzory a k nim vhodné magnety mají podobu krátkých závitových tyčí se dvěma maticemi. Senzory elevace jsou tři a jsou umístěné v plechu připojeném k boku otoče, viz obr. 5.7. První senzor (vpravo) značí parkovací polohu satelitu. Druhý (uprostřed) udává polohu, ve které se satelit může začít otáčet, aniž by došlo ke vzájemné kolizi součástí. Poslední (vlevo) detekuje maximální vyklopení satelitu. Každý z nich je umístěn v drážce, která umožňuje přesné nastavení daných poloh. Magnet elevace je uložen v rameni satelitu. Senzor rotace se nachází ve spodní stěně těla a protikus je umístěn na velké řemenici.



Obr. 5.7 Uchycení senzorů

Inklinometr je zařízení sloužící pro měření náklonu objektu, ke kterému je připevněn. Je uložen v plastové krabici nacházející se na ohýbaném plechu přichyceném k elevační hřídeli pomocí stahovatelné objímky.

Enkodéry jsou součástí obou motorů (rotačního i elevačního), což odpovídá druhé variantě koncepčního řešení.

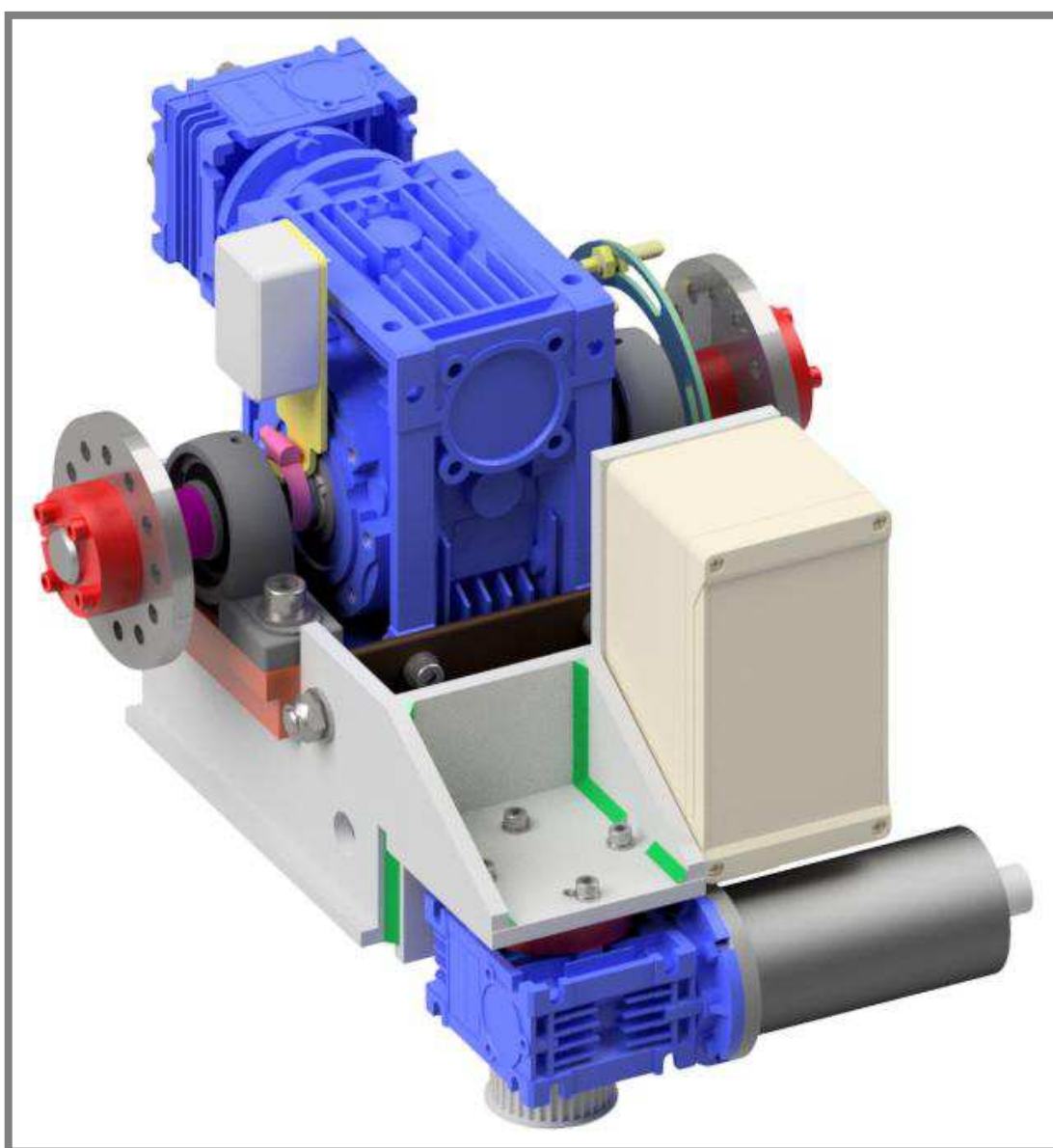
5.5

5.5 Hmotnosti součástí

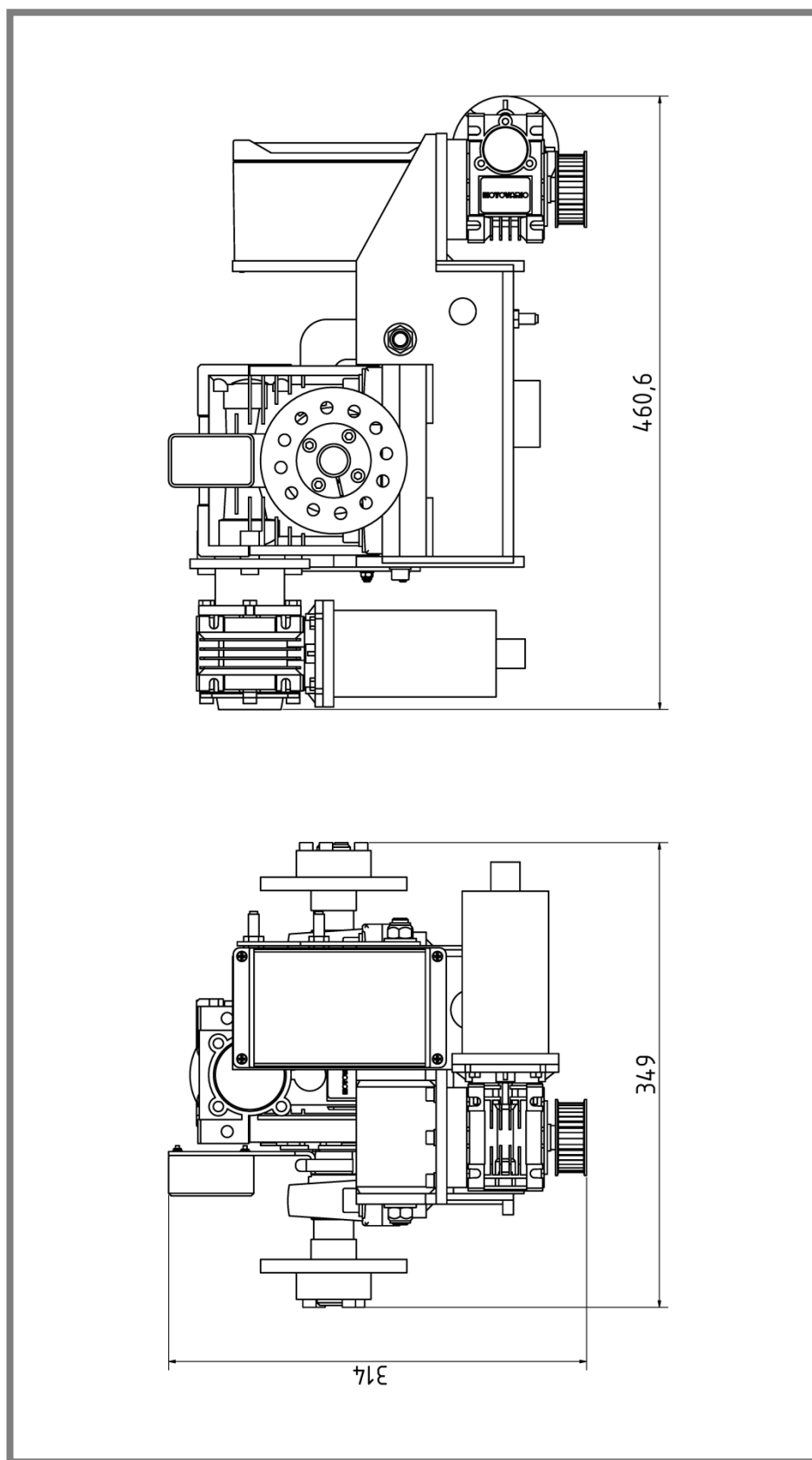
V následující tabulce se nachází výčet jednotlivých součástí a jejich hmotností, dále pak celková hmotnost polohovacího zařízení.

Tab. 3 Hmotnosti součástí

i	SOUČÁST	m_i [kg]	MNOŽSTVÍ
1	Převodovka NMRV030/063	7,4	1
2	Svarék těla otoče	3,95	1
3	DC motor s enkodérem	1,71	2
4	Hřídel elevace	1,49	1
5	Převodovka NMRV030	1,2	1
6	Ložiskové těleso	0,81	2
7	Příruba ramen	0,63	2
8	Drobné položky + spojovací materiál	0,8	-
9	Celková hmotnost (zaokrouhleno)	22	-



Obr. 5.8 Sestava polohovacího zařízení satelitní antény



Obr. 5.9 Hlavní rozměry sestavy

6 DISKUZE

6

Výstupem této práce je konstrukční návrh rotačního uložení polohovací antény. Toto řešení splňuje veškeré vstupní požadavky. Pohon elevace je navržen tak, aby odolal maximálnímu zatížení způsobenému rychlostí větru dosahující 90 km/h. Při této rychlosti je schopen sklopit parabolu do parkovací polohy a vyvarovat se tím možnému poškození.

Rotační pohon zajišťuje otáčení satelitu o 360°. Tento pohyb je limitován vedením elektrických kabelů a při vícenásobné rotaci by mohlo dojít k jejich poškození (překroucení). Proto je nutné se touto možností řídit při programování pohybů rotace.

Vyráběné součásti jsou zhotoveny z hliníku a nerezové oceli. Jejich kombinací bylo dosaženo voděodolné konstrukce zajišťující dostatečnou tuhost. Většina dílů je uchycena šroubovými spoji, některé díly jsou svařované. Pro sériovou výrobu by bylo vhodné použití odlitků, což by rozšířilo konstruktérské možnosti, a tedy usnadnilo navrhování.

7 ZÁVĚR

Úkolem této bakalářské práce byl konstrukční návrh rotačního uložení mobilní satelitní antény. Tento cíl byl splněn spolu se všemi dílčími. Podařilo se navrhnout zařízení, které umožňuje polohování mobilní satelitní antény v horizontálním i vertikálním směru. V rešeršní části byly shrnuty poznatky potřebné pro správnou volbu způsobu výroby, materiálu a nakupovaných součástí.

Konstrukce disponuje dostatečnou tuhostí, odolá větru o rychlosti 90 km/h a je voděodolná. Použité typy pohonů mají dostatečně přesný chod a potřebný výstupní výkon. Z jednotlivých konceptů návrhu byla vybrána nejvhodnější řešení pro výrobu prototypu. Konstrukční návrh byl podpořen výpočty potvrzujícími vhodnost volby jednotlivých prvků. Pro způsob zachycení reakčního momentu převodovky by bylo vhodné provést analýzu MKP pro správné dimenzování zúčastněných součástí (velikost a počet šroubů, tloušťka stěn profilu). Při práci byl kladen velký důraz na nízkou cenu výrobku, což bylo klíčové pro výběr distributorů nakupovaných součástí spojený s místem odběru.

Přiložená technická dokumentace spolu s 3D modelem byla vypracována v programu Autodesk Inventor Professional 2016. Dále jsou k práci přiloženy vybrané stránky z firemních katalogů převodovek a motoru, z nichž byly získány hodnoty veličin potřebné k výpočtům.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Mobilní systémy. GiTy [online]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.gity.cz/service/telekomunikacni-sluzby/pripojeni-pomoci-satelitu/mobilni-systemy/>
- [2] KOVÁŘ, Radomír. Satelitní antény. In: *Parabola.cz* [online]. 2010 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.parabola.cz/clanky/4098/satelitni-anteny-druhy-provedeni-instalace-1/>
- [3] C-COM Satellite Systems Inc.: Mobile satellite antenna systems. In: *World Expro* [obrázek]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.worldexpro.com/uploads/storefront/27119/images/235894/small/981.jpg>
- [4] Toughsat Flyaway Case. In: *Ground Control* [obrázek]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: http://www.groundcontrol.com/images/Toughsat_Flyaway_Large_ImagePic9.jpg
- [5] Photos of Mobile Satellite Systems: Emergency & Command Vehicles. In: *Ground Control* [obrázek]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: http://www.groundcontrol.com/images/Mobile_Satellite_Internet_Trailer_852.jpg
- [6] LNB - Low-noise block converter. In: *MyLMS* [online]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://mylms.cz/text-lnb-low-noise-block-converter/>
- [7] JAWAD, Ali. Azimuth and Elevation Angle of Antenna for Satellite tracking. In: *Linkedin* [online]. 2015 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/azimuth-elevation-angle-antenna-satellite-tracking-jawad-ali>
- [8] JAWAD, Ali. Azimuth and Elevation Angle of Antenna for Satellite tracking. In: *Linkedin* [obrázek]. 2015 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <https://media.licdn.com/mpr/mpr/jc/AAEAAQAAAAAAAAAJsAAAAJ DZiNTQ2NGI2LTl4ODUtNGE5Yi1iZTFILTQzMTQ4NDc3ZDA5Mw.png>
- [9] Série W VF Šnekové převodovky. In: *OPIS Engineering k.s.* [obrázek]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: http://www.opis.cz/prevodovky-bonfiglioli/photo_gallery/bonfiglioli_w.JPG
- [10] ELEKTRICKÝ LINEÁRNÍ AKTUÁTOR / POHON. In: *LINAK* [obrázek]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: http://www.linak.cz/corporate/imagelibrary/about/la31_cut.png
- [11] Timing Pulleys and Timing Belts. In: *Designatronics inc.* [obrázek]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.designatronics.com/images/center-distance.jpg>
- [12] VOJÁČEK, Antonín. Princip optických enkodérů polohy pro řízení motorů. In: *Automatizace.hw.cz* [online]. 2006 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/clanek/2006022801>
- [13] Igubal® stojaté ložisko. In: *Igus: plastics for longer life* [obrázek]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: http://www.igus.cz/contentData/wpck/images/global/1_2/igubal_kst_1.jpg
- [14] Ložiskový komplet UCP. In: *CNCshop.cz* [obrázek]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.cncshop.cz/upload/products/preview/453-UCP.jpg>
- [15] Tabulka krytí IP (popis stupňů). In: *Profi Elektronika.cz* [online]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/krip030918>

- [16] SHIGLEY, Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. *Konstruování strojních součástí*. V Brně: VUTÍUM, 2010, Překlady vysokoškolských učebnic. 1162 s. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [17] ContiTech. *ContiTech Suite 7.4* [software]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: http://www.contitech.de/pages/produkte/antriebsriemen/antrieb-industrie/contitech-suite_en.html
- [18] KREJČÍ, Tomáš. ZASP - pomůcky pro cvičení: Zatížení větrem. In: *ČVUT, Fakulta stavební, Katedra mechaniky* [online]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: http://people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1/vyuka/BZKQ/BZKQ_zatizeni_vetrem_teorie.pdf
- [19] Worm geared motors. In: *MOTOVARIO* [online]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: https://issuu.com/motovariogroup/docs/catalogo_vsf_2015_rev.0
- [20] DC electric motors. In: *Transtecno* [online]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: http://www.transtecno.com/mx/motorreductores-mexico/pdf/219id-Transtecno-Permanent-magnet-12V-24V-DC-electric-motors_150923-2.pdf

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

9

n_{r1} [min ⁻¹]	- otáčky motoru rotace
n_{r2} [min ⁻¹]	- otáčky malé řemenice
i_r [min ⁻¹]	- převodový poměr rotační převodovky
i_{r2} [min ⁻¹]	- převodový poměr řemenového převodu
z_1	- počet zubů malé řemenice
z_1	- počet zubů velké řemenice
n_{r3} [min ⁻¹]	- výstupní otáčky řemenového převodu
p_v [Pa]	- základní dynamický tlak
ρ [kgm ⁻³]	- hustota vzduchu
v_v [ms ⁻¹]	- rychlost větru
F_v [N]	- síla větru
S [m ²]	- obsah paraboly
D_p [mm]	- průměr paraboly
M_{kv} [Nm]	- krouticí moment způsobený větrem
x [m]	- vzdálenost středu paraboly od osy elevace
M_k [Nm]	- krouticí moment způsobený tíhou těles účastnících se zdvihu
g [ms ⁻²]	- tíhové zrychlení
m_1 [kg]	- hmotnost odlitku
m_2 [kg]	- hmotnost paraboly
m_3 [kg]	- hmotnost ráhen s vysílačem
m_4 [kg]	- hmotnost polarizace
l_1 [m]	- vzdálenost těžiště odlitku od osy elevace v horizontálním směru
l_2 [m]	- vzdálenost těžiště paraboly od osy elevace v horizontálním směru
l_3 [m]	- vzdálenost těžiště ráhen s vysílačem od osy elevace v horizontálním směru
l_4 [m]	- vzdálenost těžiště polarizace od osy elevace v horizontálním směru
p_D [MPa]	- dovolený tlak na bocích drážek pro pero v náboji
p_0 [MPa]	- základní hodnota tlaku pro náboj
F [N]	- síla působící na bok drážky pro pero v náboji
t_l [mm]	- hloubka drážky pro pero v náboji
l_d [mm]	- délka styčné plochy pera a náboje
M_n [Nm]	- maximální krouticí moment pro drážku pera v náboji
d [m]	- průměr hřídele
τ_{kn} [MPa]	- napětí v krutu nominální
D [m]	- průměr hřídele
τ_k [MPa]	- napětí v krutu maximální
α_τ	- součinitel tvaru
R_e [MPa]	- mez kluzu
k	- bezpečnost vůči mezi kluzu
n_2 [min ⁻¹]	- otáčky osy elevace
n_1 [min ⁻¹]	- otáčky motoru elevace
i [min ⁻¹]	- převodový poměr složené šnekové převodovky elevace

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1	Popis částí mobilní satelitní antény [3]	13
Obr. 2.2	Uložení na střeše automobilu [4]	13
Obr. 2.3	Uložení formou přívěsu [5]	13
Obr. 2.4	Azimut a elevace [8]	14
Obr. 2.5	Pákový mechanismus	15
Obr. 2.6	Šneková převodovka s elektromotorem [9]	15
Obr. 2.7	Lineární aktuátor [10]	15
Obr. 2.8	Řemenový převod [11]	16
Obr. 4.1	Zjednodušený řemenový převod	18
Obr. 4.2	Složená převodová skříň	18
Obr. 4.3	Zachycení momentu reakčním ramenem 1	19
Obr. 4.4	Zachycení momentu reakčním ramenem 2	19
Obr. 4.5	Zachycení momentu L profilem (hnědá barva)	19
Obr. 4.6	Ložiskové těleso igubal [13]	20
Obr. 4.7	Ložiskové těleso UCP [14]	20
Obr. 4.8	Uchycení enkodéru	20
Obr. 5.1	Skenování paraboly	21
Obr. 5.2	Skenování držáku vysílače	21
Obr. 5.3	Sestava satelitu	21
Obr. 5.4	Uložení převodovky rotace	22
Obr. 5.5	Uložení ložisek elevace	22
Obr. 5.6	Vzdálenost komponent od osy otáčení	26
Obr. 5.7	Uchycení senzorů	28
Obr. 5.8	Sestava polohovacího zařízení satelitní antény	29
Obr. 5.9	Hlavní rozměry sestavy	30

11 SEZNAM TABULEK

11

Tab. 1 Parametry elektromotoru	23
Tab. 2 Hmotnosti komponent	25
Tab. 3 Hmotnosti součástí	29

12 SEZNAM PŘÍLOH**12.1 Výběr stránek katalogů**

1. MOTOVARIO-NMRV030/063 [19]
2. TRANSTECNO-EC70.12E [20]

12.2 Výkresová dokumentace

- | | |
|---------------------------|---------------|
| 1. Výkres sestavy | 0-G2-02 |
| 2. Tělo otoče (svarek) | 2-G2-02/01 |
| 3. Spodní stěna | 2-G2-02/01/01 |
| 4. Levá stěna | 3-G2-02/01/02 |
| 5. Zadní stěna | 3-G2-02/01/03 |
| 6. Pravá stěna | 3-G2-02/01/04 |
| 7. Přední stěna | 2-G2-02/01/05 |
| 8. Platforma | 4-G2-02/01/06 |
| 9. Žebro | 4-G2-02/01/07 |
| 10. Tělo otoče (obrobeno) | 2-G2-02/01/08 |
| 11. Uchycení NMRV063 | 3-G2-02/02 |
| 12. L profil | 4-G2-02/02/01 |
| 13. Bočnice L profilu | 4-G2-02/02/02 |
| 14. Úchyt senzorů | 2-G2-02/03 |
| 15. Držák inklinometru | 4-G2-02/04 |
| 16. Hřídel elevace | 3-G2-02/05 |
| 17. Distanční trubka 2 | 4-G2-02/06 |
| 18. Distanční trubka 3 | 4-G2-02/07 |
| 19. Distanční trubka 1 | 4-G2-02/08 |
| 20. Úchyt ložiska | 3-G2-02/09 |
| 21. Příruba ramen | 4-G2-02/10 |



MOTOVARIO-NMRV030/063

NMRV / NMRVpower



Motoriduttori a vite senza fine / Worm geared motors / Motorréducteurs à vis sans fin / Schneckengetriebemotoren / Motorreductores de tornillo sin fin / 蜗轮蜗杆电机



0,09 kW

n2 [1/min]	M2 [Nm]	f.s.	i			Fr [N]
2,8	132,0	1,8	500,00	NMRV-P030/063	56B4	6270
2,3	166,0	1,6	600,00	NMRV-P030/063	56B4	6270
1,9	194,0	1,4	750,00	NMRV-P030/063	56B4	6270
1,6	222,0	1,2	900,00	NMRV-P030/063	56B4	6270
1,2	270,0	1,0	1200,00	NMRV-P030/063	56B4	6270
0,9	315,0	0,9	1500,00	NMRV-P030/063	56B4	6270
0,8	351,0	0,8	1800,00	NMRV-P030/063	56B4	6270
2,8	153,0	0,9	500,00	NMRV-P040/050	56B4	3800
0,9	354,0	0,8	1500,00	NMRV-P040/063	56B4	6270
0,9	371,0	1,2	1500,00	NMRV-P040/075	56B4	7380
0,8	417,0	1,1	1800,00	NMRV-P040/075	56B4	7380
0,6	513,0	0,8	2400,00	NMRV-P040/075	56B4	7380
0,9	389,0	1,8	1500,00	NMRV-P040/090	56B4	8180
0,8	437,0	1,6	1800,00	NMRV-P040/090	56B4	8180
0,6	539,0	1,1	2400,00	NMRV-P040/090	56B4	8180
0,5	630,0	0,9	3000,00	NMRV-P040/090	56B4	8180
0,4	755,0	0,7	4000,00	NMRV-P040/090	56B4	8180

0,12 kW

n2 [1/min]	M2 [Nm]	f.s.	i			Fr [N]
373,0	2,7	3,0	7,50	NMRV025	56B2	399
280,0	3,5	2,6	10,00	NMRV025	56B2	439
187,0	5,0	1,8	15,00	NMRV025	56B2	503
140,0	6,0	1,4	20,00	NMRV025	56B2	553
93,0	9,0	1,0	30,00	NMRV025	56B2	633
70,0	11,0	0,8	40,00	NMRV025	56B2	697
187,0	5,0	2,6	15,00	NMRV030	56B2	683
140,0	6,0	1,9	20,00	NMRV030	56B2	752
112,0	8,0	2,1	25,00	NMRV030	56B2	810
93,0	9,0	1,7	30,00	NMRV030	56B2	861
70,0	11,0	1,3	40,00	NMRV030	56B2	948
56,0	13,0	1,0	50,00	NMRV030	56B2	1021
47,0	14,0	0,8	60,00	NMRV030	56B2	1085
140,0	7,0	2,8	10,00	NMRV030	63A4	752
93,0	10,0	2,0	15,00	NMRV030	63A4	861
70,0	12,0	1,5	20,00	NMRV030	63A4	948
56,0	14,0	1,6	25,00	NMRV030	63A4	1021
47,0	16,0	1,3	30,00	NMRV030	63A4	1085
35,0	20,0	1,0	40,00	NMRV030	63A4	1194
28,0	23,0	0,8	50,00	NMRV030	63A4	1286
120,0	8,0	2,6	7,50	NMRV030	63B6	792
90,0	10,0	2,0	10,00	NMRV030	63B6	871
60,0	14,0	1,5	15,00	NMRV030	63B6	997
45,0	18,0	1,1	20,00	NMRV030	63B6	1098
36,0	21,0	1,2	25,00	NMRV030	63B6	1183
30,0	24,0	0,9	30,00	NMRV030	63B6	1257
23,0	29,0	0,7	40,00	NMRV030	63B6	1383
56,0	14,0	2,1	50,00	NMRV040	56B2	1964
47,0	16,0	1,7	60,00	NMRV040	56B2	2087
35,0	20,0	1,3	80,00	NMRV040	56B2	2298
28,0	23,0	1,0	100,00	NMRV040	56B2	2475
70,0	13,0	3,3	20,00	NMRV040	63A4	1824
56,0	16,0	2,5	25,00	NMRV040	63A4	1964
47,0	17,0	2,8	30,00	NMRV040	63A4	2087
35,0	22,0	2,1	40,00	NMRV040	63A4	2298

TRANSTECNO-EC70.12E



EC Motori elettrici CC
DC Electric motors

EC070.12E - EC070.24E

Caratteristiche

Costruzione	Tubolare, senza ventilazione
Grandezza	Ø 65 mm
Potenza	100 W S2
Magneti	2
Supporti	Cuscinetti a sfera
Fori di montaggio	4
Alimentazione	Bassa tensione, 12 o 24 Vcc
Spazzole	N° 2 interne di composto grafite-rame
Cavo di alimentazione	Lunghezza: 1000 mm

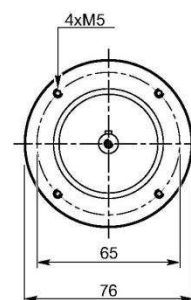
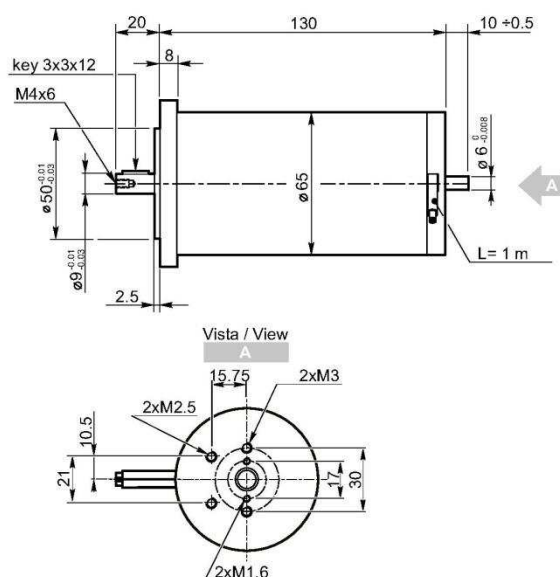
Features

Construction	<i>Tubular, without fan</i>
Size	\varnothing 65 mm
Power	100 W S2
Magnets	2
Bearings	Ball bearings
Mounting holes	4
Power supply	Low voltage, 12 or 24 Vdc
Brushes	2 inside brushes made of graphite/copper composite
Electric cable	Length: 1000 mm

Tipo Type	S	Pn [W]	V [V]	I [A]	IC	FF	Mn [Nm]	n ₁ [min ⁻¹]	IP	Kg
EC070.12E	S1	70	12	8.4	F	1	0.22	3000	20	1.7
	S2 30'	100		11.8			0.31			
EC070.24E	S1	70	24	4.2			0.22			
	S2 30'	100		5.9			0.31			

Dimensioni

Dimensions



Freno / *Brake*



H23

Encoder



H24

H10

TRANSTECNO-EC70.12E

Motori elettrici CC
DC Electric motors

EC

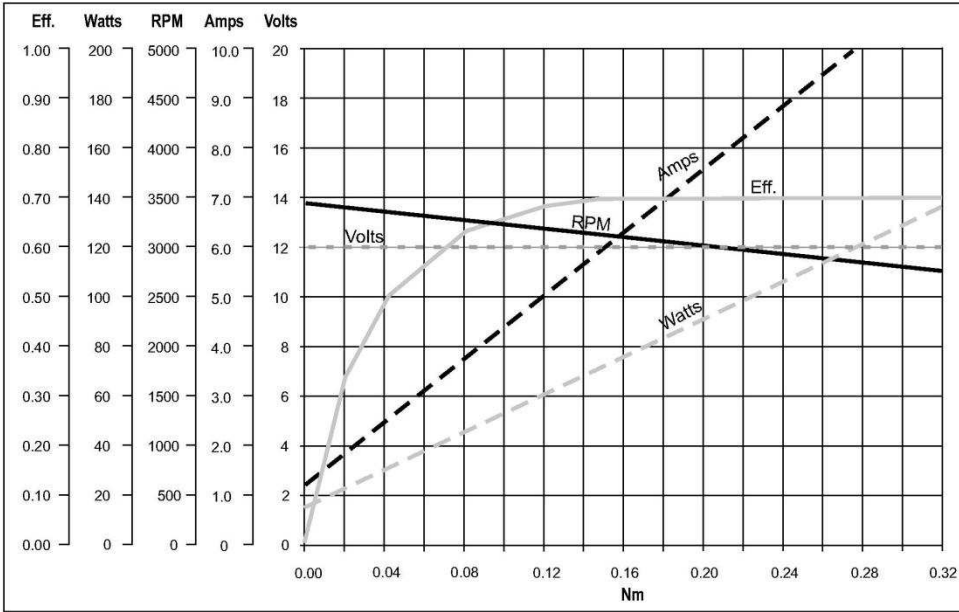


EC070.12E - EC070.24E

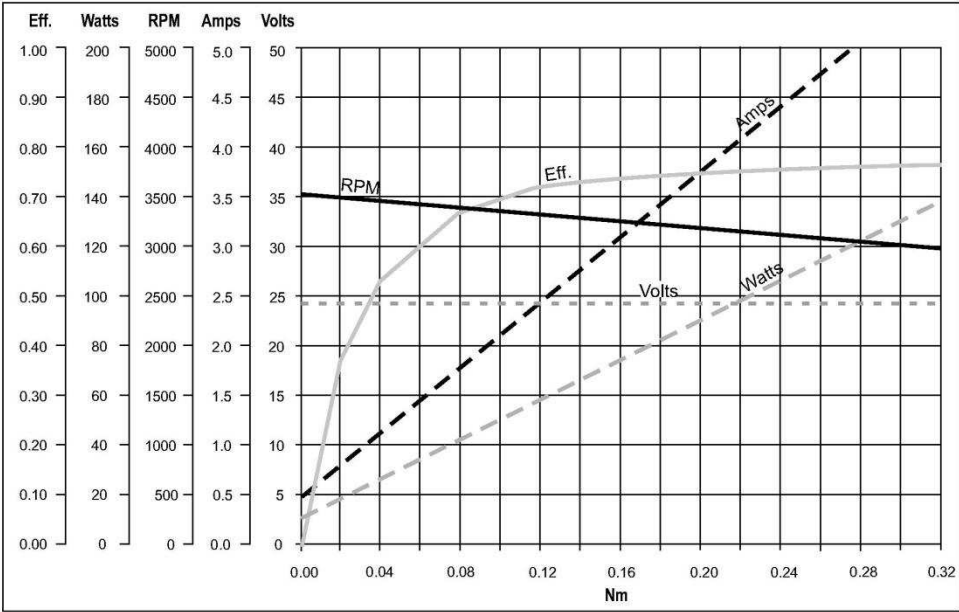
Prestazioni

Performances

EC070.12E



EC070.24E



H11